

تمارين في الديناميكا الحرارية

التمرين -1 - :

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Pa.m}^3$$

$$1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar} = 1,013.10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

$$1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$$

أحسب قيم ثابت الغازات R بـ L.atm/mol.K و J/mol.K و cal/mol.K .

$$\text{الجواب: } R = 0,082 \text{ L.atm/mol.K} = 8,31 \text{ J/mol.K} = 2 \text{ cal/mol.K}$$

التمرين -2 - :

يتمدد مول من غاز مثالي خلال تحول عكوس ثابت درجة الحرارة من الحالة 1 (298°K ، 5 atm) إلى الحالة 2 (T₂ ، 1 atm)

- أحسب درجة الحرارة النهائية T₂
- التغير في الطاقة الداخلية ΔU
- العمل المنجز من طرف الغاز W
- كمية الحرارة خلال التفاعل Q
- التغير في الانطالبي ΔH

$$\text{الجواب: } T_2 = T_1 = 298\text{K} , \Delta H = 0 , Q = 3985,6 \text{ J} , W = -3985,6 \text{ J} , \Delta U = 0$$

التمرين -3 - :

داخل كالوريمتر سعته الحرارية (C=200 J/K) نقوم بمزج 100 ml من محلول NaOH تركيزه (2 mol/L) مع 100 ml من محلول HCl تركيزه (2 mol/L) ، ارتفعت درجة الحرارة بمقدار 43°C .

إذا علمت أن السعة الحرارية للمحلول: C_{p solution} = 4180 J/Kg.K ; HCl = 36,5 g.mol⁻¹ ; NaOH = 40 g.mol⁻¹ ;

أحسب:

- الكتلة الإجمالية للمتفاعلات
- الطاقة المحررة خلال التفاعل
- الطاقة المحررة بالنسبة لمول من كل متفاعل

$$\text{الجواب: } m = 0,0153 \text{ Kg} , Q = 11350 \text{ J} , Q^* = 56750 \text{ J/mol}$$

التمرين -4 - :

داخل كالوريمتر سعته الحرارية (C=200 J/K) يحتوي على 200 g من الماء عند الدرجة 18 °C نضع قطعة من النحاس كتلتها m = 100 g عند الدرجة 80°C .

إذا علمت أن السعة الحرارية للماء: C_{p eau} = 4180 J/Kg.K و درجة حرارة التوازن 20,2 °C

أحسب السعة الحرارية لمعدن النحاس Cu

$$\text{الجواب: } C_{p \text{cuivre}} = 381 \text{ J.Kg}^{-1} . \text{K}^{-1}$$

التمرين -5 - :

1. يحتوي كالوريمتر على 500 g من الماء عند الدرجة 19 °C ، نضيف كمية من الماء كتلتها m = 150 g عند الدرجة 25,7°C فأصبحت

درجة حرارة التوازن 20,5 °C ، السعة الحرارية للماء: C_{p eau} = 4180 J/Kg.K

■ أحسب السعة الحرارية للكالوريمتر،

$$\text{الجواب: } C_{\text{calorimtr}} = 83,3 \text{ J.K}^{-1}$$

2. في نفس الكالوريمتر الذي يحتوي الآن على 750 g من الماء عند الدرجة 19°C نمرر قطعة من النحاس كتلتها m = 550 g عند الدرجة 92°C فأصبحت درجة حرارة النهائية 23,5°C.

أحسب السعة الحرارية الكتلية للنحاس

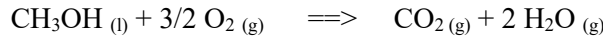
$$\text{الجواب: } C_{p_{\text{cuiivre}}} = 384,4 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

3. ما هي كمية مشروب الصودا اللازم تبريدها من 30°C إلى 10°C باستعمال كتلة من الجليد m = 25 g درجة حرارتها 0°C.

$$C_{p_{\text{soda}}} = 4180 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1} ; L_{f(\text{glace})} = 335 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

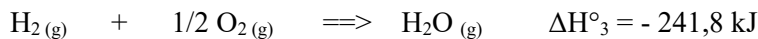
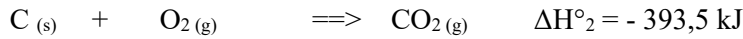
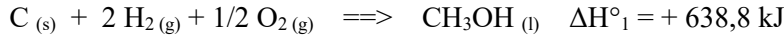
$$\text{الجواب: } m_{\text{soda}} = 112,7 \text{ g}$$

التمرين -6-



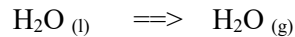
تمثل المعادلة التالية احتراق الميثانول:

أحسب أنطالبي الاحتراق للميثانول باستعمال المعادلات الثلاثة التالية:

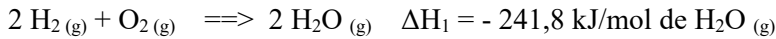


$$\text{الجواب: } \Delta H_r = -1515,9 \text{ kJ/mol}$$

التمرين -7-



أحسب كمية الحرارة اللازمة لتبخير الماء السائل:



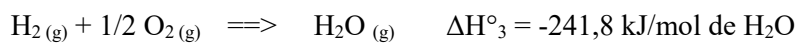
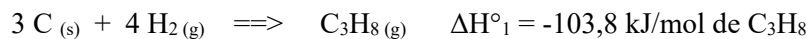
تعطى المعادلات التالية:

$$\text{الجواب: } \Delta H_r = + 44,1 \text{ kJ/mol}$$

التمرين -8-

1. أكتب معادلة احتراق مول من البروبان (المتفاعلات و النواتج تكون في الحالة الغازية)

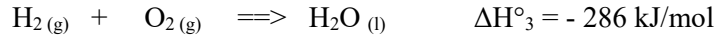
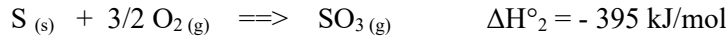
2. أحسب أنطالبي الاحتراق للبروبان باستعمال المعادلات الثلاثة التالية:



$$\text{الجواب: } \Delta H_r = -2043,9 \text{ kJ/mol}$$

التمرين - 9 :

أحسب أنطالبي التشكل لحمض الكبريت باستعمال المعادلات الثلاثة التالية:



الجواب: $\Delta H_f = -761 \text{ kJ/mol}$

التمرين - 10 :

الأكرولين $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO}$ سائل في الشروط العادية

1. أحسب الأنطالبي المعياري لتشكل الأكرولين باستعمال أنطالبي الاحتراق

2. أحسب الأنطالبي المعياري لتشكل الأكرولين باستعمال طاقات الربط

معطيات:

liaison	H-H	O=O	C=O	C-H	C=C	C-C
E (kJ/mol)	-435	-498	-720 et -804 à CO_2	-415	-620	-340

- أنطالبي احتراق الأكرولين: $\Delta H^\circ_r = -1630 \text{ kJ/mol}$

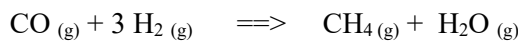
- أنطالبي تشكل الماء: $\Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}_{\text{liq}}) = -285,3 \text{ kJ/mol}$

- أنطالبي تشكل غاز الفحم: $\Delta H^\circ_f(\text{CO}_2 \text{ gaz}) = -393,5 \text{ kJ/mol}$

- أنطالبي التصعيد للفحم الصلب: $\Delta H^\circ_{\text{sub}}(\text{C}(\text{s})) = 716,7 \text{ kJ/mol}$

- أنطالبي تبخر الأكرولين: $\Delta H^\circ_{\text{vap}}(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_{\text{liq}}) = 20,9 \text{ kJ/mol}$

الجواب: $\Delta H_f(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_{\text{liq}}) = -91,8 \text{ kJ/mol}$ ، $\Delta H_f(\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_{\text{liq}}) = -121 \text{ kJ/mol}$

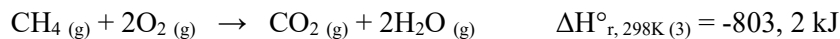
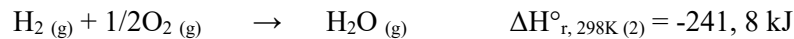
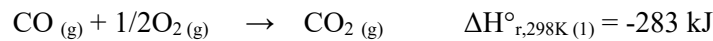
التمرين - 11 :

أحسب الأنطالبي المعياري $\Delta H^\circ_{r,298\text{K}}$ للتفاعل التالي:

1. استنتج قيمة الطاقة الداخلية ΔU للتفاعل

2. هل هذا التفاعل ماص للحرارة أم ناشر للحرارة

تعطى الأنطالبي القياسية لتفاعل احتراق CO و H_2 و CH_4



الجواب: $\Delta U^\circ_{r,298} = -200,24 \text{ kJ}$ ، $\Delta H^\circ_{r,298} = -205,2 \text{ kJ}$

التمرين - 12 - :

أحسب أنطالبي الاحتراق $\Delta H_{r,298K}^{\circ}$ لحمض الأوكساليك الصلب ($C_2H_2O_4, s$) عند الدرجة $25^{\circ}C$ الضغط الجوي تعطى:

$$\Delta H_{f,298K}^{\circ} (C_2H_2O_4, s) = -1822,2 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

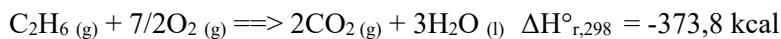
$$\Delta H_{f,298K}^{\circ} (CO_2, g) = -393 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{f,298K}^{\circ} (H_2O, l) = -285,2 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

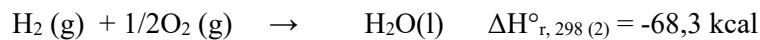
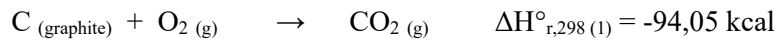
$$\Delta H_{r,298}^{\circ} = 751 \text{ kJ/mol} \quad \text{الجواب:}$$

التمرين - 13 - :

لنعتبر احتراق الإيثان $C_2H_6 (g)$ عند الدرجة $25^{\circ}C$ و الضغط الجوي:

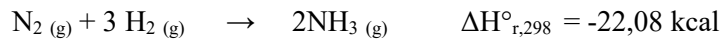


استنتج الحرارة المولية المعيارية لتشكل الإيثان الغازي $\Delta H_{f,298}^{\circ} (C_2H_6, g)$



تعطى:

$$\Delta H_{f,298}^{\circ} (C_2H_6, g) = -19,2 \text{ kcal.mol}^{-1} \quad \text{الجواب:}$$

التمرين - 14 - :

إليك التفاعل التالي:

1. أحسب بدلالة درجة الحرارة T أنطالبي التفاعل إذا علمت أن السعة الحرارية لكل فرد كيميائي تكون بالعلاقة التالية:

$$C_p (N_2, g) = 6,85 + 0,28.10^{-3} T$$

$$C_p (NH_3, g) = 5,72 + 8,96.10^{-3} T$$

$$C_p (H_2, g) = 6,65 + 0,52.10^{-3} T$$

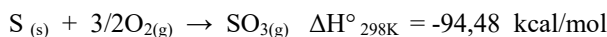
تعطى السعة الحرارية للمركبات التالية:

نفرض بأنه لا يوجد تحول للمادة خلال مجال الحرارة.

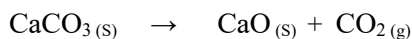
$$\Delta H_{r,T}^{\circ} = -18,22 - 15,36 \cdot 10^{-3} T + 8,04 \cdot 10^{-6} T^2 \text{ kcal.} \quad \text{الجواب:}$$

التمرين - 15 - :

الجزئين 1 و 2 مستقلين عن بعضهما البعض

1. لنعتبر التفاعل التالي: $SO_2(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$ - إذا علمت أن:

(أ) أرسم المخطط الموافق للتفاعل السابق مع توضيح الحالة الابتدائية و الحالة النهائية.

(ب) أحسب $\Delta H_{r,298K}^{\circ}$ للتفاعل السابق2. أحسب تغير الطاقة الداخلية لتفكك 1 mol من كربونات الكالسيوم عند $0^{\circ}C$

يعطى جدول أنطالبيات تشكل المركبات التالية:

المركب	CaCO ₃	CO ₂	CaO
$\Delta H_{f}^{\circ} (Kcal)$	- 270	- 94,3	- 152

ثابت الغازات المثالية: $R = 2 \text{ cal/mol}$

$$\Delta H_{298}^{\circ} = -23,52 \text{ Kcal/mol} ; \Delta U = -23,15 \text{ Kcal} \quad \text{الجواب:}$$

التمرين - 16 :

ليكن تفاعل احتراق الايثيلين :

$$\Delta H_{\text{sub}}^{\circ}(\text{C}, \text{s}) = 171,2 \text{ kcal.mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{\text{f},298}^{\circ}(\text{CO}_2, \text{g}) = -393 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

$$\Delta H_{\text{f},298}^{\circ}(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -284,2 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

باستعمال أنطالبيات التشكل و التصعيد للمركبات التالية:

1. أحسب أنطالبي التشكل للايثيلين الغازي
2. أحسب طاقة الربط لـ C=C في الايثيلين C_2H_4

تعطى أنطالبيات طاقات الربط في الجدول التالي:

Liaison	H-H	C-H	C-C
E (kJ.mol ⁻¹)	- 434,7	- 413,8	- 263,3

$$E_{\text{(C-C)}} = - 611,8 \text{ kJ.mol}^{-1} ; \Delta H_{\text{f},298}^{\circ}(\text{C}_2\text{H}_4, \text{g}) = 33,6 \text{ kJ.mol}^{-1} \quad \text{الجواب:}$$

التمرين - 17 :

1. أحسب الأنطالبي المعياري لتشكل الأوكتان الغازي عند 298 K.
2. أحسب الأنطالبي المعياري لاحتراق الأوكتان الغازي، هل التفاعل ماص أم ناشر للحرارة.

معطيات:

$$\Delta H_{\text{d}}^{\circ}(\text{H-H}) = 436 \text{ kJ/mol} ; \Delta H_{\text{sub}}^{\circ}(\text{C}, \text{s}) = 717,6 \text{ kJ/mol}$$

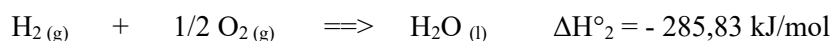
Liaison	C-H	C-C
E (kJ.mol ⁻¹)	-415	-345

المركب	H ₂ O (g)	CO ₂ (g)
$\Delta H_{\text{f}}^{\circ}$ (kJ/mol)	-241,83	-393,5

$$\Delta H_{\text{r}}^{\circ}(\text{comb}) = -5093,2 \text{ kJ/mol} ; \Delta H_{\text{f}}^{\circ}(\text{C}_8\text{H}_{18}) = -227,4 \text{ kJ/mol} \quad \text{الجواب:}$$

التمرين 18:

- أحسب الأنطالبي القياسية لتشكل 1 مول من حمض اللاكتيك $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$ علما بان إحراق 18g من هذا الحمض ينشر 272,54 KJ عند الدرجة 25°C و الضغط الجوي.
يعطى:



$$\Delta H_{\text{f}}^{\circ}(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) = -686,72 \text{ kJ/mol} \quad \text{الجواب:}$$

التمرين 19:

1. الجدول التالي يبين طاقات الربط عند درجة حرارة 298K

الرابطة	E_{C-C}	E_{C-H}	$E_{C=C}$	E_{C-O}	E_{O-H}
E (kJ/mol)	- 342,5	- 412,3	- 612,8	- 356,0	- 426,6

أحسب الأنطالبي القياسي للتفاعل التالي: $C_2H_5OH (g) \implies CH_2 = CH_2 (g) + H_2O (g) \quad \Delta H^\circ_{r,298} = ?$

2. أحسب طاقة الرابطة C-F للتفاعل التالي: $CH_4 (g) + 4F_2 (g) \implies CF_4 (g) + 4HF (g) \quad \Delta H^\circ_{r,298} = -1923 \text{ kJ/mol}$

تعطى قيم طاقات الربط في الجدول التالي:

الرابطة	E_{C-H}	E_{H-F}	E_{F-F}
E (kJ/mol)	- 412,6	- 562,6	- 153,0

ملاحظة: طاقة الربط E تساوي طاقة التفكك ΔH_d° لكن مختلفتين في الإشارة $E = -\Delta H_d^\circ$

الجواب: $E_{C-F} = -481,5 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H^\circ_{r,298} = 71,4 \text{ kJ/mol}$

التمرين 20:

1. أحسب قيمة التغير في الأنطالبي المعياري عند 298K للتفاعل التالي: $2Na_2O_2 (s) \implies 2Na_2O (s) + O_2 (g) \quad \Delta H^\circ_{r,298} = ?$

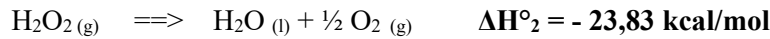
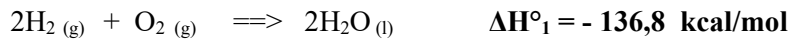
يعطى:

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ_f (Na_2O_2 (s)) &= -513,2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \\ \Delta H^\circ_f (Na_2O (s)) &= -418,0 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

الجواب: $\Delta H^\circ_{r,298} = 190,4 \text{ kJ/mol}$

التمرين 21:

1. أحسب الأنطالبي المعياري لتشكل H_2O_2 انطلاقاً من التفاعلات التالية:



2. إذا علمت أن حرارة التشكل النظامية للماء السائل عند الدرجة $25^\circ C$ تساوي $\Delta H^\circ_{f,298} = -68,3 \text{ kcal/mol}$ ، أحسب حرارة التشكل عند $100^\circ C$.

$$Cp_{H_2} = 6,89 \text{ cal/mol} ; Cp_{O_2} = 6,97 \text{ cal/mol} ; Cp_{H_2O} = 18 \text{ cal/mol}$$

يعطى:

الجواب: $\Delta H^\circ_{f,373K} = -67,156 \text{ kcal/mol}$; $\Delta H^\circ_{f,H_2O_2} = -44,57 \text{ kcal/mol}$

حلول سلسلة التمارين في الديناميكا الحرارية

التمرين - 1 - :

$$PV = nRT : n = 1 \text{ mol} , T = 273 \text{ K} , P = 1 \text{ atm} = 1,013 \text{ bar} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} , V = 22,4 \text{ L}$$

$$PV = nRT \Rightarrow R = PV/nRT \Rightarrow R = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / 1 \text{ mol} \cdot 273 \text{ K} = \mathbf{8,31 \text{ J/mol.K}} \quad (1\text{J} = 1\text{Pa} \cdot \text{m}^3)$$

$$PV = nRT \Rightarrow R = PV/nRT \Rightarrow R = 1 \text{ atm} \cdot 22,4 \text{ L} / 1 \text{ mol} \cdot 273 \text{ K} = \mathbf{0,082 \text{ L.atm/mol.K}}$$

$$R = 8,31 \text{ J/mol.K} \text{ et } (1 \text{ cal} = 4,18 \text{ joule}) \Rightarrow R = 8,31/4,18 = \mathbf{2 \text{ cal/mol.K}}$$

التمرين - 2 - :

$$1) T = \text{Cste} \Rightarrow T_2 = T_1 = \mathbf{298 \text{ K}}$$

$$2) \Delta U = n \cdot C_v \cdot \Delta T \text{ et } (\Delta T = 0) \Rightarrow \mathbf{\Delta U = 0}$$

$$3) W = - \int P dV \text{ et } T = \text{Cste} \Rightarrow W = nRT \cdot \ln(P_2/P_1) \Rightarrow W = 1 \text{ mol} \cdot 8,31 \cdot 298 \cdot \ln(1/5) = \mathbf{-3985,6 \text{ J}}$$

$$4) \Delta U = W + Q , \Delta U = 0 \Rightarrow Q = -W = \mathbf{3985,6 \text{ J}}$$

$$5) \Delta H = n \cdot C_p \cdot \Delta T \text{ et } (\Delta T = 0) \Rightarrow \mathbf{\Delta H = 0}$$

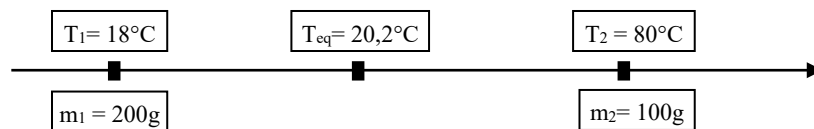
التمرين - 3 - :

$$1) m = m_{\text{HCl}} + m_{\text{NaOH}} = 0,1 \cdot 2,36,5 + 0,1 \cdot 2,40 = 15,3 \text{ g} = \mathbf{0,0153 \text{ kg}}$$

$$2) Q = (m \cdot C_{p\text{solution}} + C_{\text{calorimtr}}) \cdot \Delta T = (0,0153 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/Kg.K} + 200 \text{ J/K}) \cdot (43 \text{ K}) = \mathbf{11350 \text{ J}}$$

$$3) n_{\text{HCl}} = n_{\text{NaOH}} = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ mol} \Rightarrow Q' = Q/0,2 = 11350/0,2 = \mathbf{56750 \text{ J}}$$

التمرين - 4 - :

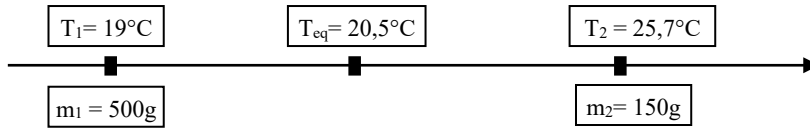


$$Q_{\text{المكتسبة}} = Q_{\text{المحررة}} \Rightarrow (m_1 \cdot C_{p\text{eau}} + C_{\text{calorimtr}}) \cdot \Delta T_1 = m_2 \cdot C_{p\text{cuivre}} \cdot \Delta T_2$$

$$\Rightarrow (m_1 \cdot C_{p\text{eau}} + C_{\text{calorimtr}}) \cdot (T_{\text{eq}} - T_1) = m_2 \cdot C_{p\text{cuivre}} \cdot (T_2 - T_{\text{eq}})$$

$$\Rightarrow (0,2 \text{ kg} \cdot 4180 \text{ J/kg.K} + 200 \text{ J/K}) \cdot (293,2 \text{ K} - 291 \text{ K}) = (0,1 \text{ kg} \cdot C_{p\text{cuivre}}) \cdot (353 \text{ K} - 293,2 \text{ K}) \Rightarrow C_{p\text{cuivre}} = \mathbf{381 \text{ J.Kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}}$$

التمرين -5 -



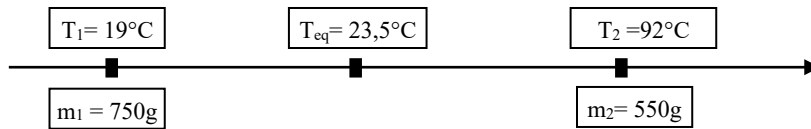
1.

$$Q_{\text{المكتسبة}} = Q_{\text{المحررة}} \Rightarrow (m_1 \cdot C_{p\text{eau}} + C_{\text{calorimtr}}) \cdot \Delta T_1 = m_2 \cdot C_{p\text{eau}} \cdot \Delta T_2 \Rightarrow (m_1 \cdot C_{p\text{eau}} + C_{\text{calorimtr}}) \cdot (T_{\text{eq}} - T_1) = m_2 \cdot C_{p\text{eau}} \cdot (T_2 - T_{\text{eq}})$$

$$\Rightarrow (0,5\text{kg} \cdot 4180\text{J/kg} \cdot \text{K} + C_{\text{calorimtr}}) \cdot (293,5\text{K} - 292\text{K}) = (0,15\text{kg} \cdot 4180\text{J/kg} \cdot \text{K}) \cdot (298,7\text{K} - 293,5\text{K})$$

$$\Rightarrow C_{\text{calorimtr}} = \mathbf{83,3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}}$$

2.

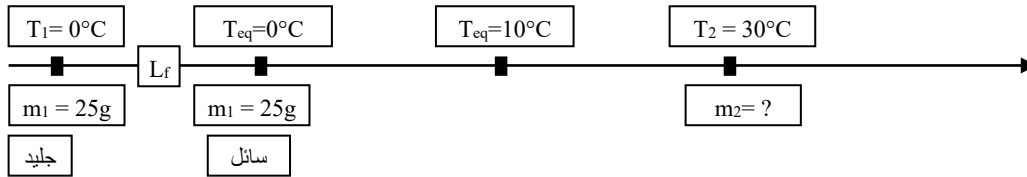


$$Q_{\text{المكتسبة}} = Q_{\text{المحررة}} \Rightarrow (m_1 \cdot C_{p\text{eau}} + C_{\text{calorimtr}}) \cdot \Delta T_1 = m_2 \cdot C_{p\text{cuivre}} \cdot \Delta T_2 \Rightarrow (m_1 \cdot C_{p\text{eau}} + C_{\text{calorimtr}}) \cdot (T_{\text{eq}} - T_1) = m_2 \cdot C_{p\text{cuivre}} \cdot (T_2 - T_{\text{eq}})$$

$$\Rightarrow (0,75\text{kg} \cdot 4180\text{J/kg} \cdot \text{K} + 83,3\text{J/K}) \cdot (296,5\text{K} - 292\text{K}) = (0,55\text{kg} \cdot C_{p\text{cuivre}}) \cdot (365\text{K} - 296,5\text{K})$$

$$\Rightarrow C_{p\text{cuivre}} = \mathbf{384,4 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}}$$

3.

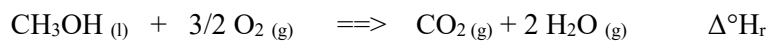
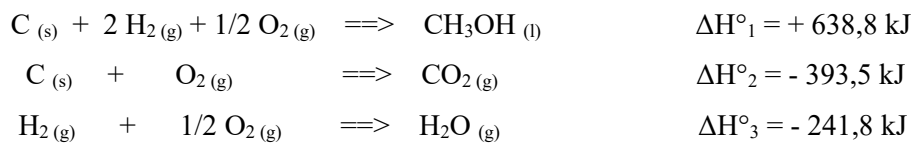


$$Q_{\text{المكتسبة}} = Q_{\text{المحررة}} \Rightarrow m_1 \cdot L_f + m_1 \cdot C_{p\text{eau}} \cdot (T_{\text{eq}} - T_1) = m_{\text{soda}} \cdot C_{p\text{soda}} \cdot (T_2 - T_{\text{eq}})$$

$$\Rightarrow 0,025\text{kg} \cdot 335 \cdot 10^3 \text{ J/kg} + 0,025\text{kg} \cdot 4180\text{J/kg} \cdot \text{K} \cdot (283\text{K} - 273\text{K}) = m_{\text{soda}} \cdot 4180\text{J/kg} \cdot \text{K} \cdot (303\text{K} - 283\text{K})$$

$$\Rightarrow m_{\text{soda}} = \mathbf{112,7 \text{ g}}$$

التمرين -6 -

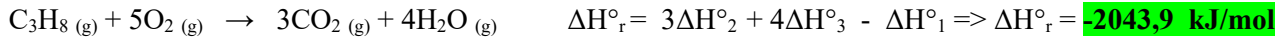
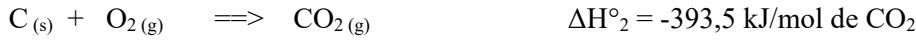
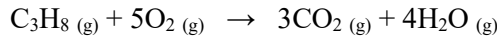


$$\Delta H^\circ_r = \Delta H^\circ_f(\text{CO}_2) + 2\Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^\circ_f(\text{CH}_3\text{OH}) - 3/2\Delta H^\circ_f(\text{O}_2) = \Delta H^\circ_2 + 2\Delta H^\circ_3 - \Delta H^\circ_1 = \mathbf{-1515,9 \text{ kJ/mol}}$$

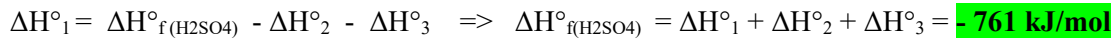
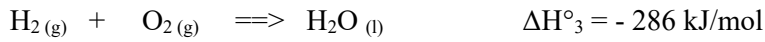
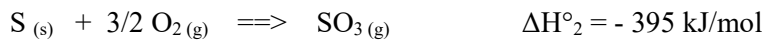
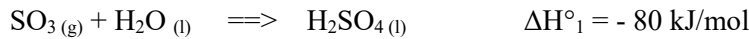
التمرين -7 -

$$\Delta H^\circ_r = \Delta H^\circ_1 - \Delta H^\circ_2 = - 241,8 - (- 285,9) \Rightarrow \Delta H^\circ_r = \mathbf{+ 44,1 \text{ kJ/mol}}$$

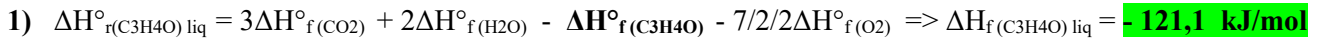
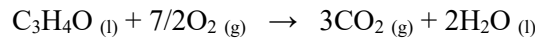
التمرين -8 :



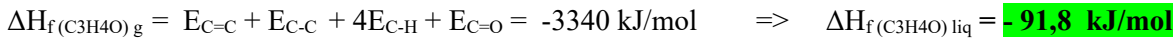
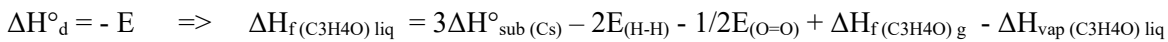
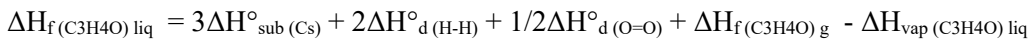
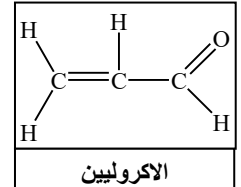
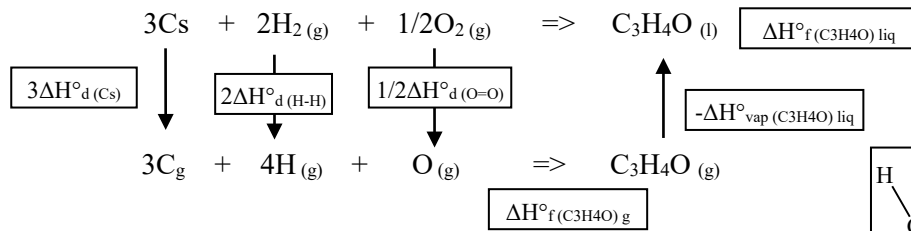
التمرين -9 :



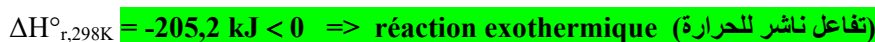
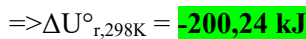
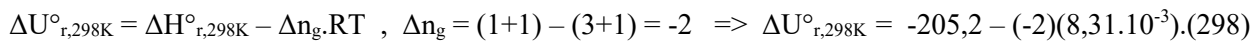
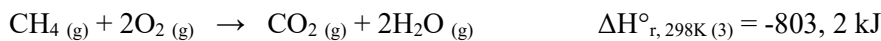
التمرين -10 :



2)



التمرين -11 :



التمرين -12 :

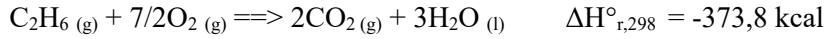


$$\Delta H^\circ_r = n_i \cdot \Delta H^\circ_f (\text{produits}) - n_j \cdot \Delta H^\circ_f (\text{réactifs}) \quad \text{بتطبيق قانون هس}$$

$$\Delta H^\circ_r (\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4, \text{s}) = 2\Delta H^\circ_f (\text{CO}_2, \text{g}) + \Delta H^\circ_f (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) - \Delta H^\circ_f (\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4, \text{s}) - 1/2 \Delta H^\circ_f (\text{O}_2 (\text{g}))$$

$$\Rightarrow \Delta H^\circ_r (\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4, \text{s}) = \mathbf{751 \text{ kJ.mol}^{-1}}$$

التمرين -13 :

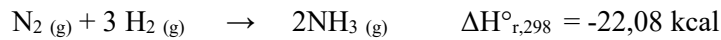


$$\Delta H^\circ_r = n_i \cdot \Delta H^\circ_f (\text{produits}) - n_j \cdot \Delta H^\circ_f (\text{réactifs}) \quad \text{بتطبيق قانون هس}$$

$$\Delta H^\circ_r (\text{C}_2\text{H}_6 (\text{g})) = 2\Delta H^\circ_f (\text{CO}_2, \text{g}) + 3\Delta H^\circ_f (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) - \Delta H^\circ_f (\text{C}_2\text{H}_6 (\text{g})) - 7/2 \Delta H^\circ_f (\text{O}_2 (\text{g}))$$

$$\Rightarrow \Delta H^\circ_f (\text{C}_2\text{H}_6 (\text{g})) = 2\Delta H^\circ_f (\text{CO}_2, \text{g}) + 3\Delta H^\circ_f (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) - \Delta H^\circ_r (\text{C}_2\text{H}_6 (\text{g})) = \mathbf{-19,2 \text{ kcal.mol}^{-1}}$$

التمرين -14 :



$$C_p (\text{N}_2, \text{g}) = 6,85 + 0,28 \cdot 10^{-3} T$$

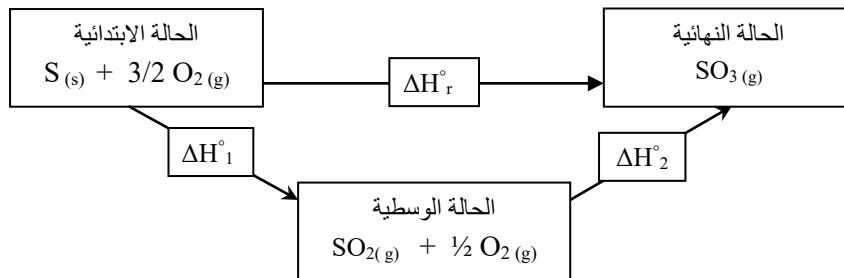
$$C_p (\text{NH}_3, \text{g}) = 5,72 + 8,96 \cdot 10^{-3} T$$

$$C_p (\text{H}_2, \text{g}) = 6,65 + 0,52 \cdot 10^{-3} T$$

$$\Delta H^\circ_T = \Delta H^\circ_{T_0} + \int_{T_0}^T (\sum n_i C_{p, \text{produits}} - \sum n_j C_{p, \text{réactifs}}) dT \quad \text{بتطبيق علاقة كيرشوف}$$

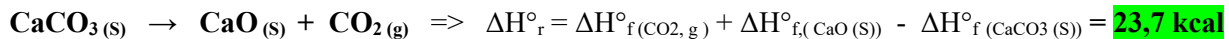
$$\Rightarrow \Delta H^\circ_r = \mathbf{-18,22 - 15,36 \cdot 10^{-3} T + 8,04 \cdot 10^{-6} T^2 \text{ kcal}}$$

التمرين -15 :



$$\Delta H^\circ_r = \Delta H^\circ_1 + \Delta H^\circ_2 \Rightarrow \Delta H^\circ_2 = \Delta H^\circ_r - \Delta H^\circ_1 = -94,48 - (-70,96) = \mathbf{-23,52 \text{ kcal}}$$

2. الطاقة الداخلية



$$\Delta U = \Delta H^\circ - \Delta n_g \cdot RT, \quad \Delta n_g = 1 \Rightarrow \Delta U^\circ_{r,298\text{K}} = 23,7 - (1)(2 \cdot 10^{-3}) \cdot (273) = \mathbf{23,15 \text{ kcal}}$$

التمرين - 16 :



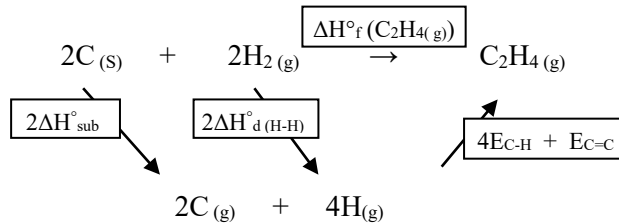
1.

$$\Delta H^\circ_r = n_i \cdot \Delta H^\circ_f(\text{products}) - n_j \cdot \Delta H^\circ_f(\text{réactifs}) \quad \text{بتطبيق قانون هس}$$

$$\Delta H^\circ_r(\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})) = 2\Delta H^\circ_f(\text{CO}_2, \text{g}) + 2\Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) - \Delta H^\circ_f(\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})) - 3\Delta H^\circ_f(\text{O}_2(\text{g}))$$

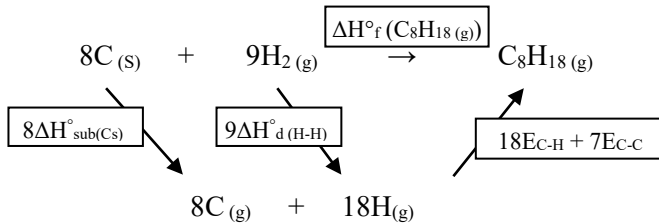
$$\Delta H^\circ_f(\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})) = 2\Delta H^\circ_f(\text{CO}_2, \text{g}) + 2\Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) - \Delta H^\circ_r(\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})) = \mathbf{33,6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}}$$

2.



$$\Delta H^\circ_f(\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})) = 2\Delta H^\circ_{\text{sub}}(\text{CS}) + 2\Delta H^\circ_{\text{d(H-H)}} + 4E_{\text{C-H}} + E_{\text{C=C}} ; (\Delta H^\circ_{\text{d(H-H)}} = -E_{\text{(H-H)}})$$

$$\Rightarrow E_{\text{C=C}} = \Delta H^\circ_f(\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})) - 2\Delta H^\circ_{\text{sub}}(\text{CS}) + 2E_{\text{(H-H)}} - 4E_{\text{C-H}} \Rightarrow \mathbf{E_{\text{C=C}} = -611,83 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}}$$



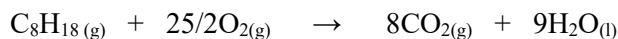
التمرين - 17 :

1. حساب الأنطالبي المعيارية لتشكيل الأوكتان الغازي عند 298 K:

$$\Delta H^\circ_f(\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{g})) = 8\Delta H^\circ_{\text{sub}}(\text{CS}) + 9\Delta H^\circ_{\text{d(H-H)}} + 18E_{\text{C-H}} + 7E_{\text{C-C}}$$

$$\Delta H^\circ_f(\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{g})) = 8 \cdot 716,7 + 9 \cdot 436 + 18 \cdot (-415) + 7 \cdot (-345) \Rightarrow \mathbf{\Delta H^\circ_f(\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{g})) = -227,4 \text{ kJ/mol}}$$

2. حساب الأنطالبي المعيارية لاحتراق الأوكتان الغازي:

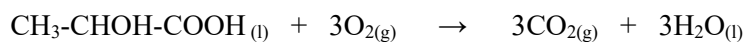


$$\Delta H^\circ_r = n_i \cdot \Delta H^\circ_f(\text{products}) - n_j \cdot \Delta H^\circ_f(\text{réactifs}) \quad \text{بتطبيق قانون هس}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{comb}}(\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{g})) = 8\Delta H^\circ_f(\text{CO}_2(\text{g})) + 9\Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) - \Delta H^\circ_f(\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{g})) - 25/2\Delta H^\circ_f(\text{O}_2(\text{g}))$$

$$\Delta H^\circ_{\text{comb}}(\text{C}_8\text{H}_{18}(\text{g})) = 8 \cdot (-393,5) + 9 \cdot (-241,83) - (-227,4) - 0 = \mathbf{-5093,2 \text{ kJ/mol}}$$

التمرين 18:



- معادلة الاحتراق:

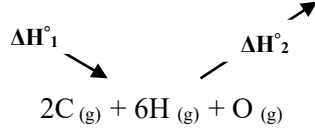
$$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 \Rightarrow M = 90 \text{ g/mol} \Rightarrow n = 18/90 = 0,2 \text{ mol}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{comb}} = -272,54 \cdot 5 = -1362,7 \text{ kJ/mol}$$

معناه الأنطالبي القياسية لإحتراق 1mol من الحمض هي:

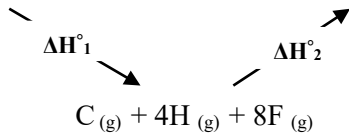
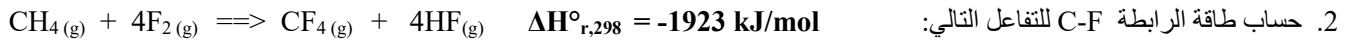
$$\Delta H^\circ_f(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) = 3\Delta H^\circ_f(\text{CO}_2, \text{g}) + 3\Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) - \Delta H^\circ_r(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) = \mathbf{-686,72 \text{ kJ/mol}}$$

التمرين 19



باستعمال قانون طاقات الربط:

$$\Delta H^\circ_{r,298} = \Delta H^\circ_1 + \Delta H^\circ_2 = (5\Delta H^\circ_{d,C-H} + \Delta H^\circ_{d,C-C} + \Delta H^\circ_{d,C-O} + \Delta H^\circ_{d,O-H}) + (E_{C=C} + 4E_{C-H} + 2E_{O-H}) \\ = (-5E_{C-H} - E_{C-C} - E_{C-O} - E_{O-H}) + (E_{C=C} + 4E_{C-H} + 2E_{O-H}) = \mathbf{+71,4 \text{ kJ/mol}}$$



باستعمال قانون طاقات الربط:

$$\Delta H^\circ_{r,298} = \Delta H^\circ_1 + \Delta H^\circ_2 = (4\Delta H^\circ_{d,C-H} + 4\Delta H^\circ_{d,F-F}) + (4E_{C-F} + 4E_{H-F})$$

$$\Delta H^\circ_{r,298} = (-4E_{C-H} - 4E_{F-F}) + (4E_{C-F} + 4E_{H-F}) \Rightarrow E_{C-F} = \mathbf{-481,5 \text{ kJ/mol}}$$

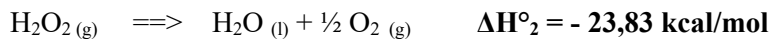
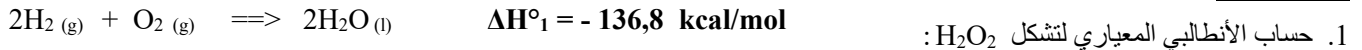
التمرين 20



$$\Delta H^\circ_r = \sum n_i \Delta H^\circ_f(\text{produits}) - \sum n_j \Delta H^\circ_f(\text{réactifs}) \quad \text{بتطبيق قانون هس}$$

$$\Delta H^\circ_r = 2\Delta H^\circ_{f,(\text{Na}_2\text{O (s)})} + \Delta H^\circ_{f,(\text{O}_2, \text{g})} - 2\Delta H^\circ_{f,(\text{Na}_2\text{O}_2 \text{ (s)})} = \mathbf{190,4 \text{ kJ/mol}}$$

التمرين 21

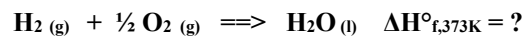


$$\Delta H^\circ_1 = 2\Delta H^\circ_{f,(\text{H}_2\text{O, l})} - 2\Delta H^\circ_{f,(\text{H}_2, \text{g})} - \Delta H^\circ_{f,(\text{O}_2, \text{g})} \Rightarrow \Delta H^\circ_1 = 2\Delta H^\circ_{f,(\text{H}_2\text{O, l})} \dots\dots\dots(1)$$

$$\Delta H^\circ_2 = \Delta H^\circ_{f,(\text{H}_2\text{O, l})} + \frac{1}{2}\Delta H^\circ_{f,(\text{O}_2, \text{g})} - \Delta H^\circ_{f,(\text{H}_2\text{O}_2, \text{g})} \Rightarrow \Delta H^\circ_2 = \Delta H^\circ_{f,(\text{H}_2\text{O, l})} - \Delta H^\circ_{f,(\text{H}_2\text{O}_2, \text{g})} \dots\dots\dots(2)$$

$$\Delta H^\circ_{f,(\text{H}_2\text{O}_2, \text{g})} = (\Delta H^\circ_1)/2 - \Delta H^\circ_2 = (-136,8)/2 - (-23,83) = \mathbf{-44,57 \text{ kcal/mol}}$$

2. حساب حرارة التشكل عند 100°C:



$$\text{T(K)} = \text{T(}^\circ\text{C)} + 273 \Rightarrow \text{T(K)} = 100 + 273 = 373 \text{ K}$$

$$\Delta H^\circ_{373\text{K}} = \Delta H^\circ_{298\text{K}} + \int_{298}^{373} \left(\sum n_i C_{p, \text{produits}} - \sum n_j C_{p, \text{réactifs}} \right) dT \quad \text{بتطبيق علاقة كيرشوف}$$

$$\Rightarrow \Delta H^\circ_{f, 373\text{K}} = \Delta H^\circ_{f, 100\text{K}} + [C_{p, \text{H}_2\text{O (l)}} - C_{p, \text{H}_2 \text{ (g)}} - \frac{1}{2} C_{p, \text{O}_2 \text{ (g)}}] \cdot (\Delta T)$$

$$\Rightarrow \Delta H^\circ_{f, 373\text{K}} = -68,3 + (18 - 6,89 - 0,5 \cdot 6,97) \cdot 10^{-3} \cdot (373 - 298) \Rightarrow \Delta H^\circ_{f, 373\text{K}} = \mathbf{-67,73 \text{ kcal/mol}}$$